

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-254181

(43)Date of publication of application : 18.09.2001

(51)Int.Cl.

C23C 16/46  
C23C 16/34  
C23C 16/44  
H01L 21/285  
H01L 21/31

(21)Application number : 2001-000183

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 04.01.2001

(72)Inventor : MATSUSE KIMIHIRO

(30)Priority

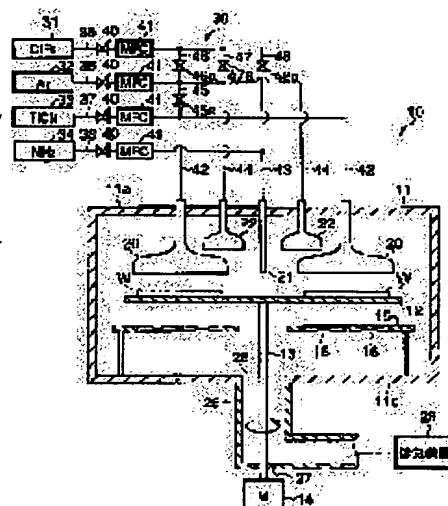
Priority number : 2000000590 Priority date : 06.01.2000 Priority country : JP

## (54) FILM DEPOSITING APPARATUS AND FILM DEPOSITING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a film depositing apparatus and a film depositing method in which an ALD method can be used with a high productivity without using any high-speed switching valve.

**SOLUTION:** The film depositing apparatus comprises a chamber 11 which houses a substrate W, a substrate support member 12 to support a plurality of substrate W in one plane in the chamber 11, a first treatment gas ejecting nozzle 20 which is provided in the chamber 11 and ejects  $\text{TiCl}_4$ , a second treatment gas ejecting nozzle 21 which ejects  $\text{NH}_3$ , a rotary mechanism 14 to rotate the substrate support member 12, and a heater 16 to heat the substrate W, and a Ti monatomic layer and a N monatomic layer are alternately formed on the substrate W while rotating the substrate support member 12 to revolve the substrate W.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-254181

(P2001-254181A)

(43) 公開日 平成13年9月18日 (2001.9.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

C 2 3 C 16/46

C 2 3 C 16/46

16/34

16/34

16/44

16/44

G

H 0 1 L 21/285

H 0 1 L 21/285

C

3 0 1

3 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-183 (P2001-183)

(22) 出願日 平成13年1月4日 (2001.1.4)

(31) 優先権主張番号 特願2000-590 (P2000-590)

(32) 優先日 平成12年1月6日 (2000.1.6)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 松瀬 公裕

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放

送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74) 代理人 100099944

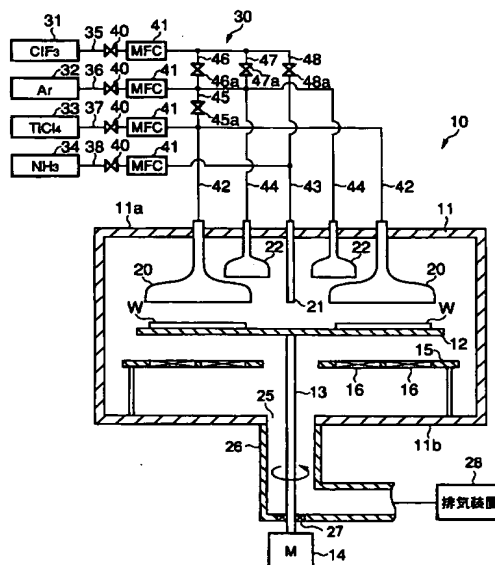
弁理士 高山 宏志

#### (54) 【発明の名称】 成膜装置および成膜方法

#### (57) 【要約】

【課題】 高速スイッチングバルブを用いずにかつ高い生産性で、ALD法を利用することができる成膜装置および成膜方法を提供すること。

【解決手段】 基板Wを収容するチャンバー11と、チャンバー11内で複数の基板Wを平面的に支持する基板支持部材12と、チャンバー11内に設けられ、TiCl<sub>4</sub>を吐出する第1の処理ガス吐出ノズル20と、NH<sub>3</sub>を吐出する第2の処理ガス吐出ノズル21と、基板支持部材12を回転させる回転機構14と、基板Wを加熱するヒーター16とを具備し、基板支持部材12を回転させて基板Wを公転させながら、基板W上に、Tiの単原子層と、Nの単原子層とを交互に形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を収容するチャンバーと、  
前記チャンバー内で複数の基板を平面的に支持する基板支持部材と、  
前記チャンバー内に設けられ、第 1 の処理ガスを吐出する第 1 の処理ガス吐出部と、  
前記チャンバー内の第 1 の処理ガス吐出部とは異なる位置に設けられ、第 2 の処理ガスを吐出する第 2 の処理ガス吐出部と、  
前記基板支持部材を回転させる回転機構と、  
前記基板を加熱する加熱手段とを具備し、  
前記基板支持部材を回転させて基板を公転させながら、  
基板上に、第 1 の処理ガスによる単原子層と、第 2 の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜装置。

【請求項 2】 前記第 1 の処理ガス吐出部と前記第 2 の処理ガス吐出部とを複数備え、これらが円周状に交互に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の成膜装置。

【請求項 3】 前記第 1 の処理ガス吐出部と前記第 2 の処理ガス吐出部との間にパージガスを吐出するパージガス吐出部を有することを特徴とする請求項 2 に記載の成膜装置。

【請求項 4】 前記回転機構は、前記基板支持部材に支持された基板が前記第 1 の処理ガス吐出部および第 2 の処理ガス吐出部の直下を通過するように前記基板支持部材を回転させることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の成膜装置。

【請求項 5】 前記基板を自転させる基板回転機構をさらに有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の成膜装置。

【請求項 6】 前記加熱手段は、前記基板支持部材の下方から基板を加熱することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の成膜装置。

【請求項 7】 前記加熱手段は、前記基板支持部材に支持された基板の上方から基板を加熱することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の成膜装置。

【請求項 8】 前記第 1 の処理ガスは、Al、Zr、Ti、Ta、Si、W および Ru のうちいずれか 1 種を含み、前記第 2 の処理ガスは N または O を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の成膜装置。

【請求項 9】  $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、TiN、Ta<sub>N</sub>、 $SiO_2$ 、SiN、SiON、SiOF、WN、WSi および  $RuO_2$  のうちいずれか 1 種を成膜することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の成膜装置。

【請求項 10】 チャンバー内に吐出したガス流のエアカーテンでチャンバー内を複数の空間に分割する工程

と、  
前記空間のそれぞれに所定の処理ガスを導入してなる処理ガス雰囲気複数の通過するように、基板を繰り返し移動させる工程と、

これにより前記基板上に単原子層を連続的に形成して堆積させ、これを熱的に反応させて化合物の膜を形成する工程とを具備することを特徴とする成膜方法。

【請求項 11】 前記処理ガスは、Al、Zr、Ti、Ta、Si、W および Ru のうちいずれか 1 種の元素を含む第 1 の処理ガスと、N または O を含む第 2 の処理ガスとを有することを特徴とする請求項 10 に記載の成膜方法。

【請求項 12】 チャンバー内で複数の基板を平面的に配置し、基板を公転させながら、チャンバー内の互いに異なる位置に設けられた第 1 の処理ガス吐出部および第 2 の処理ガス吐出部からそれぞれ第 1 の処理ガスおよび第 2 の処理ガスを吐出して、基板上に、第 1 の処理ガスによる単原子層と、第 2 の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜方法。

【請求項 13】 さらに基板を自転させることを特徴とする請求項 12 に記載の成膜方法。

【請求項 14】 第 1 および第 2 の処理ガスの吸着速度合わせて基板を公転させることを特徴とする請求項 12 または請求項 13 に記載の成膜方法。

【請求項 15】 前記第 1 の処理ガスは、Al、Zr、Ti、Ta、Si、W および Ru のうちいずれか 1 種を含み、前記第 2 の処理ガスは N または O を含むことを特徴とする請求項 12 から請求項 14 のいずれか 1 項に記載の成膜方法。

【請求項 16】  $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、TiN、Ta<sub>N</sub>、 $SiO_2$ 、SiN、SiON、SiOF、WN、WSi および  $RuO_2$  のうちいずれか 1 種を成膜することを特徴とする請求項 10 から請求項 15 のいずれか 1 項に記載の成膜方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、TiN 膜等を ALD (Atomic Layer Deposition) 法を利用して成膜する成膜装置および成膜方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体製造工程においては、被処理体である半導体ウエハ（以下、単にウエハと記す）に形成された配線間のホールを埋め込むために、あるいはバリア層として、WSi（タングステンシリサイド）、TiN（チタンナイトライド）、TiSi（チタンシリサイド）等の金属化合物を堆積させて薄膜を形成している。

【0003】従来、これら金属化合物薄膜は物理的蒸着（PVD）を用いて成膜されていたが、最近のようにデバイスの微細化および高集積化が特に要求され、デザインルールが特に厳しくなっており、埋め込み性の悪い P

VDでは十分な特性を得ることが困難となっている。そこで、TiN膜をより良質の膜を形成することが期待できる化学的蒸着（CVD）で成膜することが行われている。

【0004】しかしながら、CVDによっても、膜質、ステップカバレッジ、膜の密着性が必ずしも十分とはいえない。また、10nm以下の超薄膜を形成する際の膜厚制御が非常に困難である。

【0005】一方、良好な膜質の金属化合物薄膜を密着性およびステップカバレッジ良く形成する技術として、近時、ALD法が注目されている（特開昭55-130896号公報等）。したがって、上記金属化合物の堆積においてもALD法を利用することが考えられる。具体的には、例えばTiN膜を成膜する際には、チャンパー内に1枚のウェハを配置し、まずチャンパー内にTiCl<sub>4</sub>ガスを供給してTiの単原子層を吸着させ、次いでNH<sub>3</sub>ガスを供給してその上にNの単原子層を堆積させてこれらを反応させる。この操作を所定回数繰り返すことにより、所定厚さのTiN膜を得る。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ALD法を利用して金属化合物薄膜を形成する際には、供給するガスの切り替えを高速で行わなければならない。そのため高速スイッチングバルブを用いるが、このような高速スイッチングバルブは寿命が短いという問題点がある。また、このように単原子層を積層する際には、一方のガスを供給してから他方のガスを供給する間にパージガスを供給して前のガスをパージする必要があるため、成膜に時間がかかり生産性が悪いという問題点もある。

【0007】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、高速スイッチングバルブを用いずにかつ高い生産性で、ALD法を利用することができる成膜装置および成膜方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、基板を収容するチャンパーと、前記チャンパー内で複数の基板を平面的に支持する基板支持部材と、前記チャンパー内に設けられ、第1の処理ガスを吐出する第1の処理ガス吐出部と、前記チャンパー内の第1の処理ガス吐出部とは異なる位置に設けられ、第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部と、前記基板支持部材を回転させる回転機構と、前記基板を加熱する加熱手段とを具備し、前記基板支持部材を回転させて基板を公転させながら、基板上に、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜装置を提供する。

【0009】また、本発明は、チャンパー内に吐出したガス流のエアカーテンでチャンパー内を複数の空間に分割する工程と、前記空間のそれぞれに所定の処理ガスを導入してなる処理ガス雰囲気複数の通過するように、

基板を繰り返し移動させる工程と、これにより前記基板上に単原子層を連続的に形成して堆積させ、これを熱的に反応させて化合物の膜を形成する工程とを具備することを特徴とする成膜方法を提供する。

【0010】さらに、本発明は、チャンパー内で複数の基板を平面的に配置し、基板を公転させながら、チャンパー内の互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出して、基板上に、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜方法を提供する。

【0011】本発明によれば、ALD法を利用して成膜を行うにあたり、互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出し、基板支持部材を回転させて基板を公転させるので、高速スイッチングバルブを用いることなく、基板上に第1の処理ガスと第2の処理ガスとを交互に供給して、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することができる。また、基板支持部材に複数の基板を支持した状態で処理を行うので、一度に複数枚数の基板の成膜処理を行うことができ、生産性を高めることができる。

【0012】前記成膜装置において、前記第1の処理ガス吐出部と前記第2の処理ガス吐出部とを複数備え、これらが円周状に交互に配置されていることが好ましい。これにより、より高効率で成膜を行うことができる。

【0013】前記第1の処理ガス吐出部と前記第2の処理ガス吐出部との間にパージガスを吐出するパージガス吐出部を有することが好ましい。これにより第1の処理ガスと第2の処理ガスとの分離性を高めることができる。

【0014】前記回転機構は、前記基板支持部材に支持された基板が前記第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガス吐出部の直下を通過するように前記基板支持部材を回転させることが好ましい。これにより、基板上に確実に単原子層を形成することができる。

【0015】前記基板を自転させる基板回転機構をさらに有することが好ましい。このように基板を自転させることにより、成膜の均一性をより高めることができる。

【0016】前記加熱手段は、前記基板支持部材の下方から基板を加熱するようにしてもよいし、前記基板支持部材に支持された基板の上方から基板を加熱するようにしてもよい。

【0017】前記成膜方法において、さらに基板を自転させることが好ましい。また、第1および第2の処理ガスの吸着速度合わせて基板を公転させることが好ましい。

【0018】前記第1の処理ガスは、Al、Zr、T

i、Ta、Si、WおよびRuのうちいずれか1種を含むものを用いることができ、前記第2の処理ガスはNまたはOを含むものを用いることができる。

【0019】前記成膜装置および前記成膜方法は、 $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $TiN$ 、 $TaN$ 、 $SiO_2$ 、 $SiN$ 、 $SiON$ 、 $SiOF$ 、 $WN$ 、 $WSi$ および $RuO_2$ のうちいずれか1種の成膜に適用することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る成膜装置を示す断面図、図2はその内部の平面図である。ここではALD法を利用したCVD成膜装置によりTiN膜を成膜する場合について説明する。

【0021】このCVD成膜装置10は、真空引き可能に構成された略円筒状のチャンバー11を有しており、その中には被処理体であるウエハWを水平に4枚支持可能なウエハ支持部材12が設けられている。ウエハ支持部材12は、図2に示すように、4つのウエハ支持部12aを有しており、これらにウエハWが支持されるようになっている。また、ウエハ支持部材12の中心には下方に延びる回転軸13が設けられており、この回転軸13はモーター14の軸に取り付けられている。そして、このモーター14を回転させることにより、回転軸13を介してウエハ支持部材12が図2の矢印方向に沿って回転されるようになっている。したがって、ウエハ支持部12aに支持されたウエハWは、ウエハ支持部材12の回転によって回転軸13の回りを公転するようになっている。

【0022】ウエハ支持部材12の下方には、ヒーター支持部材15が設けられており、このヒーター支持部材15には、ウエハWの移動軌跡に沿って内側および外側2つの円環状のヒーター16が支持されている。

【0023】チャンバー11の天壁11aには、第1の処理ガス吐出ノズル（第1の処理ガス吐出部）20および第2の処理ガス吐出ノズル（第2の処理ガス吐出部）21が、そのガス吐出口20a、20bをウエハ支持部材12の上面に対向させた状態で設けられている。これら第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21は、図2に示すように2つずつ設けられており、これらは交互にウエハWの移動軌跡に沿って円周状に配置されている。また、隣接する第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21は回転軸13を中心として90°の角度で配置されている。また、チャンバー11の天壁11aには、4つのパージガス吐出ノズル（パージガス吐出部）22が隣接する第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の間に位置するように設けられている。

【0024】図3（a）は第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の断面図であ

る。図3（a）に示すように、第1および第2の処理ガス吐出ノズル20、21は、それぞれ多数のガス吐出口20a、21aを有しており、この多数の吐出口20a、21aからチャンバー11内にシャワー状に処理ガスを吐出するように構成されている。また、図3（b）はパージガス吐出ノズル22の断面図である。図3

（b）に示すように、パージガス吐出ノズル22は、内部に設けられた多数の吐出口22aと、この多数の吐出口22aの下方に設けられたスカート部22bとを有しており、吐出口20aからチャンバー11内にシャワー状に処理ガスを吐出するとともに、スカート部22bによりシャワー状に吐出されたパージガスの流れが拡散することを防止しており、これによりパージガスのダウフローがエアカーテンをなすように構成されている。

【0025】また、パージガス吐出ノズル22のガス吐出口22aは、第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21のガス吐出口20a、21aよりも上方に設けられており、これにより第1の処理ガス雰囲気と第2の処理ガス雰囲気とをパージガスのエアカーテンにより分離可能になっている。これらノズル20、21、22からは、後述するガス供給機構30から所定のガスが供給されるようになっている。

【0026】ガス供給機構30は、クリーニングガスである $ClF_3$ を供給する $ClF_3$ 供給源31、Arを供給するAr供給源32、 $TiCl_4$ を供給する $TiCl_4$ 供給源33、 $NH_3$ を供給する $NH_3$ 供給源34を有している。そして、 $ClF_3$ 供給源31には $ClF_3$ ガスライン35が、Ar供給源32にはArガスライン36が、 $TiCl_4$ 供給源33には $TiCl_4$ ガスライン37が、 $NH_3$ 供給源34には $NH_3$ ガスライン38がそれぞれ接続されている。そして、各ラインにはバルブ40およびマスフローコントローラ41が設けられている。

【0027】 $TiCl_4$ 供給源33から延びる $TiCl_4$ ガスライン37は、第1の処理ガス吐出ノズル20から延びるガス配管42に接続されている。また、 $TiCl_4$ ガスライン37にはArガスライン36から延びる配管45が接続されており、Arガスにキャリアされた $TiCl_4$ ガスが配管42を通過して第1の処理ガス吐出ノズル20から吐出される。また、 $NH_3$ 供給源34から延びる $NH_3$ ガスライン38は、第2の処理ガス吐出ノズル21から延びるガス配管43に接続されており、 $NH_3$ ガスが $NH_3$ ガスライン38およびガス配管43を通過して第2の処理ガス吐出ノズル21から吐出される。さらに、Ar供給源32から延びるArガスライン36は、パージガス吐出ノズル22から延びる配管44に接続されており、ArガスがArガスライン36および配管44を通過してパージガス吐出ノズル22から吐出される。さらにまた、 $ClF_3$ 供給源31から延びる $ClF_3$ ガスライン35には、配管46、47、48が接

続されており、これら配管 46, 47, 48 から配管 42, 43, 44 を介して第 1 の処理ガス吐出ノズル 20、第 2 の処理ガス吐出ノズル 21、およびパージガス吐出ノズル 22 からクリーニングガスである  $\text{ClF}_3$  ガスを吐出可能となっている。なお、配管 45, 46, 47, 48 には、それぞれバルブ 45a, 46a, 47a, 48a が設けられている。

【0028】チャンパー 11 の底壁 11b には、その中央部に排気口 25 が設けられており、この排気口 25 には排気管 26 が接続されている。この排気管 26 には排気装置 28 が接続されており、排気装置 28 を作動させることによりチャンパー 11 内を所定の真空度まで減圧することができる。

【0029】なお、排気管 26 は排気口 25 から垂直方向下方に延び途中で水平方向に屈曲しており、前記回転軸 13 は排気管 26 の垂直部の中を通過して、排気管 26 の水平部の管壁を貫通して下方へ延びており、その管壁と回転軸 13 との間には、流体シール 27 が設けられている。

【0030】このように構成された CVD 成膜装置においては、まず、チャンパー 11 内に半導体ウエハ W を装入し、ウエハ支持部材 12 のウエハ支持部 12a にウエハ W を載置する。次いで、ヒーター 16 よりウエハ W を加熱しながらウエハ支持部材 12 を回転させ、排気装置 28 によりチャンパー 11 内を排気してチャンパー 11 内を所定の真空状態にする。引き続き、第 1 の処理ガス吐出ノズル 20 から Ar にキャリアさせた  $\text{TiCl}_4$  ガスを、第 2 の処理ガス吐出ノズル 21 から  $\text{NH}_3$  ガスを、パージガス吐出ノズル 22 からパージガスとしての Ar ガスをそれぞれ吐出させる。

【0031】ウエハ支持部材 12 のウエハ支持部 12a のウエハ W のうち、最初に第 1 の処理ガス吐出ノズル 20 から吐出された  $\text{TiCl}_4$  ガスが供給される 2 枚については、供給された  $\text{TiCl}_4$  ガスにより Ti の単原子層が吸着した後、ウエハ支持部材 12 の回転により、パージガス吐出ノズル 22 から吐出された Ar ガスのエアカーテンを通過して、第 2 の処理ガス吐出ノズル 21 から吐出された  $\text{NH}_3$  ガスにより Ti の単原子層の上に N の単原子層が堆積され、これらが反応して TiN が形成される。さらに、パージガス吐出ノズル 22 から吐出された Ar ガスのエアカーテンを通過した後、同様に Ti の単原子層および N の単原子層が供給され、これが所定回数繰り返されて所定厚さの TiN 膜が形成される。また、最初に第 2 の処理ガス吐出ノズル 21 から吐出された  $\text{NH}_3$  ガスが供給される他の 2 枚については、供給された  $\text{NH}_3$  ガスにより N の単原子層が吸着した後、ウエハ支持部材 12 の回転により、パージガス吐出ノズル 22 から吐出された Ar ガスのエアカーテンを通過して、第 1 の処理ガス吐出ノズル 20 から吐出された  $\text{TiCl}_4$  ガスにより N の単原子層の上に Ti の単原子

層が堆積され、これらが反応して TiN が形成される。さらに、パージガス吐出ノズル 22 から吐出された Ar ガスのエアカーテンを通過した後、同様に N の単原子層および Ti の単原子層が供給され、これが所定回数繰り返されて所定厚さの TiN 膜が形成される。この場合に、ウエハ支持部材 12 の回転速度は、処理ガスである  $\text{TiCl}_4$  ガスおよび  $\text{NH}_3$  ガスの吸着速度に応じて決定される。

【0032】また、この場合における第 1 の処理ガス吐出ノズル 20 および第 2 の処理ガス吐出ノズル 21 の形状およびウエハ W との間隔、さらにはガス流量は、ウエハ W に均等に単原子層が吸着するような流れを形成することができるように設定される。また、パージガス吐出ノズル 22 とウエハ W との間隔、さらにはガス流量は、パージガスが  $\text{TiCl}_4$  ガス雰囲気および  $\text{NH}_3$  ガス雰囲気を十分に分離可能なエアカーテンとして機能する流れを形成することができるように設定される。また、ヒーター 16 の加熱温度は Ti と N との反応に適した適宜の温度に設定される。以下、これらの設定値について具体的に述べる。

【0033】図 3 (a) に示した構造を有する第 1 の処理ガス吐出ノズル 20 および第 2 の処理ガス吐出ノズル 21 は、吐出口 20a, 21a とその下方に位置する基板支持部材 12 に保持されたウエハ W 表面との間の距離  $h_1$  が 0.1~10mm となるように配置することができる。また、図 3 (b) に示した構造を有するパージガス吐出ノズル 22 は、吐出口 22a とその下方に位置する基板支持部材 12 に保持されたウエハ W 表面との間の距離  $h_2$  が 0.1~50mm となるように配置することができ、その下端と基板支持部材 12 上面との間の距離  $h_3$  が 1.1~50mm となるように配置することができる。好ましくは、 $h_1$  が 0.1~5mm、 $h_2$  が 0.2~10mm、 $h_3$  が 1.2~11mm となるようにノズル 20, 21, 22 を配置する。

【0034】また、TiN 成膜時におけるそれぞれのガス流量、チャンパー内圧力および加熱温度は、以下のように設定することができる。

$\text{TiCl}_4$  ガス流量: 1~50 sccm (0.001~0.05 L/min)、好ましくは 5~20 sccm (0.005~0.02 L/min)

Ar ガス (キャリアガス) 流量: 10~100 sccm (0.01~0.1 L/min)、 $\text{TiCl}_4$  ガスが低流量の場合にはキャリアガスは用いなくてもよい  
 $\text{NH}_3$  ガス流量: 50~1000 sccm (0.05~1 L/min)、好ましくは 50~500 sccm (0.05~0.5 L/min)

パージガス流量: 100~1000 sccm (0.1~1 L/min)

チャンパー内圧力: 100 mTorr~5 Torr (13.3 Pa~665 Pa)、好ましくは 100 mTorr

$r \sim 1 \text{ Torr}$  ( $13.3 \text{ Pa} \sim 133 \text{ Pa}$ )

加熱温度:  $300 \sim 700^\circ\text{C}$ 、好ましくは  $400 \sim 600^\circ\text{C}$

【0035】以上のようにして、交互に配置された第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21からそれぞれTiCl<sub>4</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスを供給しつつ、ウエハ支持部材12を回転させて、ウエハWにTiCl<sub>4</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスを交互に供給するので、高速スイッチングバルブを用いることなく、ALD法によりTiの単原子層およびNの単原子層を交互に形成して所望のTiN膜を形成することができる。また、このようにウエハ支持部材12に複数枚のウエハWを載置し、一回の処理で複数枚の成膜処理を行うから、生産性が高い。また、パージガス吐出ノズル22からパージガスとしてのArガスを吐出してエアカーテンを形成することにより、TiCl<sub>4</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスが混合することを極力防止することができ、また、パージガスであるArガスを吐出することにより、ウエハWの単原子層の形成が終了した部分の処理ガスを速やかに除去して余分な反応を防止することができるので、より良質の膜を形成することができる。

【0036】このようなTiN膜の形成を繰り返し行い、所定枚数のウエハWの成膜処理が終了した時点で、ClF<sub>3</sub>源31からガスライン35、配管46、47、48および配管42、43、44を介してノズル20、21、22からClF<sub>3</sub>ガスを吐出させてチャンパー11内をクリーニングする。

【0037】このクリーニング時におけるClF<sub>3</sub>ガス流量、チャンパー内圧力、クリーニング温度は、例えば以下に示すように設定することができる。

ClF<sub>3</sub>ガス流量:  $100 \sim 500 \text{ sccm}$  ( $0.1 \sim 0.5 \text{ L/min}$ )、好ましくは  $200 \sim 300 \text{ sccm}$  ( $0.2 \sim 0.3 \text{ L/min}$ )

チャンパー内圧力:  $1 \sim 10 \text{ Torr}$  ( $133 \sim 1330 \text{ Pa}$ )、好ましくは  $1 \sim 5 \text{ Torr}$  ( $133 \sim 665 \text{ Pa}$ )

クリーニング温度:  $200 \sim 500^\circ\text{C}$ 、好ましくは  $200 \sim 300^\circ\text{C}$

【0038】次に、他の実施形態に係るCVD成膜装置について説明する。図4は他の実施形態に係るCVD成膜装置を部分的に示す断面図である。ここでは、ウエハ支持部材12の代わりにウエハ支持部材12'を用いてウエハWを自転させる構成となっている。すなわち、ウエハ支持部材12'は、ベース部材51の上に、4つ

(図4では2つのみ図示)のウエハテーブル52が回転可能に設けられ、これらウエハテーブル52をモーター53により回転させることにより、ウエハテーブル52上のウエハWを自転させる。これにより、処理ガスとしてのTiCl<sub>4</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスをより一層均一にウエハWに供給することができ、より均一な単原子層を

形成することができる。この場合に、図1のようにヒーター16がウエハ支持部材の下にあると、加熱効率が悪くなるため、図4のようにウエハWの上方にヒーター16'を設けることが好ましい。15'はヒーター16'を支持するヒーター支持部材である。このようにヒーターを設けた場合には、処理ガスがウエハWに有効に供給されるようにヒーター16'およびヒーター支持部材15'にガス通過可能な多数の孔を設けることが好ましい。

【0039】さらに、図5の実施形態では、処理ガスとしてのTiCl<sub>4</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスをそれぞれシャワーヘッド60およびシャワーヘッド61から供給するようにしている。シャワーヘッド60は、図6に示すように、ディスク状をなす中空の本体60aの下面に多数のガス吐出孔60bが形成されており、このガス吐出孔60bから均一にガスを吐出する。シャワーヘッド61も同様に構成されている。このようにノズルの代わりにシャワーヘッドを用いることによってもウエハWに均一にTiCl<sub>4</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスを供給することができる。

【0040】さらにまた、図7の実施形態では、第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の直下に排気口70を設けている(第1の処理ガス吐出ノズル20に対応する排気口のみ図示)。このようにすることにより、不要なTiCl<sub>4</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスを排気口70に接続された排気管71を介して速やかに排出することができる。

【0041】なお、本発明は、上記実施の形態に限定されることなく種々変形可能である。例えば、上記実施形態では、TiN膜を成膜する例について示したが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>N、SiO<sub>2</sub>、SiN、SiON、WN、WSi、RuO<sub>2</sub>等、他の金属化合物も同様にして成膜することができる。また、上記実施形態では、第1の処理ガスとしてTiCl<sub>4</sub>を用い、第2の処理ガスとしてNH<sub>3</sub>ガスをを用いたが、第1の処理ガスと第2の処理ガスとは成膜する金属化合物膜に応じた適宜のガスを用いることができる。このような場合における第1の処理ガスとしては、TiCl<sub>4</sub>の他に、TaBr<sub>5</sub>、Ta(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>5</sub>、SiCl<sub>4</sub>、SiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、WF<sub>6</sub>等のAl、Zr、Ti、Ta、Si、WおよびRuのうち1種を含むものを挙げることができ、第2の処理ガスとしては、NH<sub>3</sub>の他に、NH<sub>3</sub>(N<sub>2</sub>)、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、NO、N<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等のNまたはOを含むものを挙げる事ができる。

【0042】また、ヒーターの位置を図1の例ではウエハの下方に、図4の例ではウエハの上方に設けたが、これら両方に設けてもよいし、均一に加熱することができれば他の位置に設けてもよい。さらに、パージガスとしてArガスをを用いたが、N<sub>2</sub>ガス等他のガスであっても

よい。また、2つの処理ガスを有効に遮断することができれば、パージガスを用いなくてもよい。さらにまた、用いる基板としては、半導体ウエハに限らず他のものであってもよく、また、表面上に他の層を形成した基板であってよい。

### 【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ALD法を利用した成膜を行うにあたり、互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出し、基板支持部材を回転させて基板を公転させるので、高速スイッチングバルブを用いることなく、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することができる。また、基板支持部材に複数の基板を支持した状態で処理を行うので、一度に複数枚数の基板の成膜処理を行うことができ、生産性を高めることができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るCVD成膜装置を示す断面図。

【図2】図1のCVD成膜装置の内部を示す平面図。

【図3】図1のCVD成膜装置における第1の処理ガス吐出ノズルおよびパージガス吐出ノズルの断面図。

【図4】本発明の他の実施形態に係るCVD成膜装置を

部分的に示す断面図。

【図5】本発明のさらに他の実施形態に係るCVD成膜装置を部分的に示す断面図。

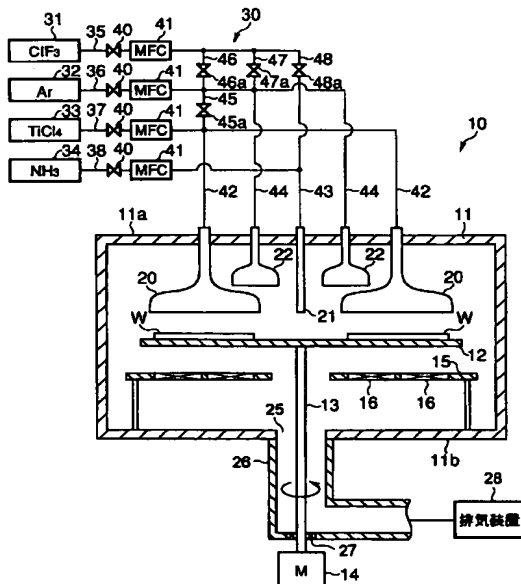
【図6】図4の装置に用いたシャワーヘッドを示す斜視図。

【図7】本発明のさらに他の実施形態に係るCVD成膜装置を部分的に示す断面図。

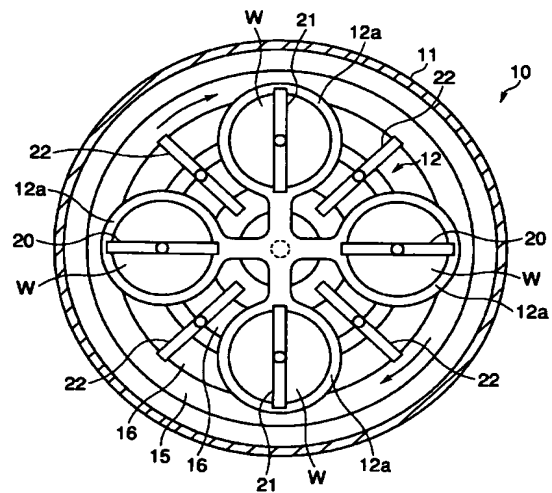
### 【符号の説明】

- 11；チャンバー
- 12, 12'；ウエハ支持部材
- 12a；ウエハ支持部
- 13；回転軸
- 14；モーター
- 16, 16'；ヒーター
- 20, 21；処理ガス吐出ノズル
- 22；パージガス吐出ノズル
- 30；ガス供給機構
- 25, 70；排気口
- 26, 71；排気管
- 28；排気装置
- 52；ウエハテーブル
- 53；モーター
- 60, 61；シャワーヘッド
- W；半導体ウエハ

【図1】

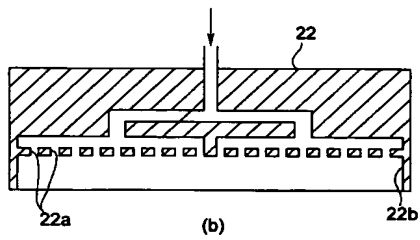
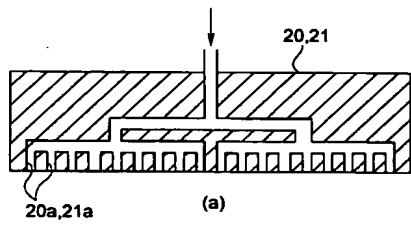


【図2】

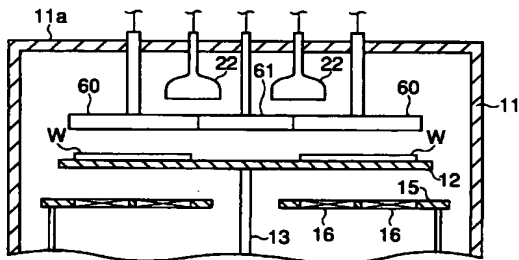




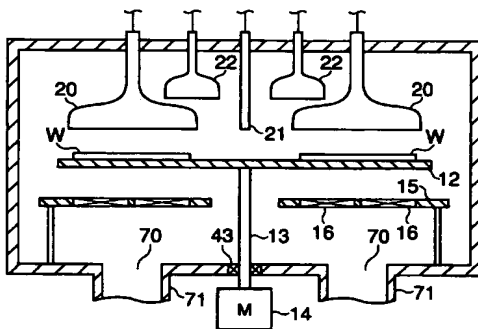
【図 3】



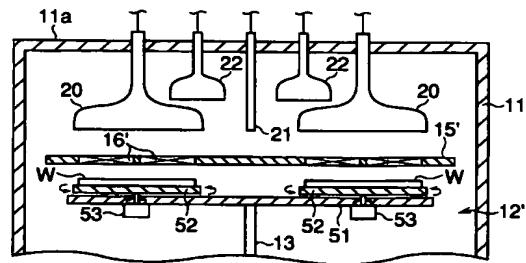
【図 5】



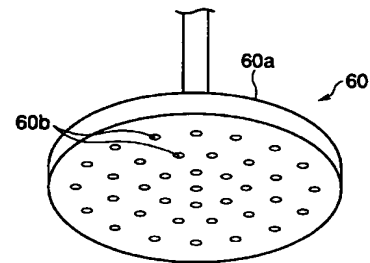
【図 7】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/31

識別記号

F I  
H01L 21/31

テーマコード(参考)  
B

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**